

PCT/DE 99 / 02950
#6
smc
3/31/01
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

09/806341

DE 99/2960



REC'D 30 NOV 1999	
WIPO	PCT

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Bescheinigung

EU

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Empfangsfrequenzbandfilterung"

am 30. September 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol H 04 B 1/16 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 3. November 1999
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 198 45 054.0

Holß

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Beschreibung

Empfangsfrequenzbandfilterung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und einen Empfänger zum Empfangen von Übertragungssignalen, die in verschiedenen Subfrequenzbändern eines Empfangsfrequenzbandes übertragen werden können.
- 10 Insbesondere bei Funksystemen zur Übertragung von Übertragungssignalen per Funk, aber auch bei leitungsgestützten Übertragungssystemen, ist es von Vorteil, wenn die Übertragungssignale in verschiedenen Subfrequenzbändern eines Empfangsfrequenzbandes empfangen werden können. Die einzelnen
- 15 Subfrequenzbänder unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Bandbreite und/oder hinsichtlich ihrer Frequenzlage in dem Empfangsfrequenzband voneinander. Durch einen Wechsel von einem ersten Subfrequenzband auf ein zweites Subfrequenzband, das eine größere Bandbreite aufweist, können beispielsweise Über-
- 20 tragungssignale mit größerer Übertragungsrate übertragen werden. Im Grenzfall ist das verwendete Subfrequenzband gleich dem Empfangsfrequenzband, d. h. die maximal zur Verfügung stehende Frequenzbandbreite wird durch das Subfrequenzband ausgenutzt.
- 25 Es ist bekannt, in einem Empfänger durch Abstimmen des Empfangsfrequenzbandes auf eine Trägerfrequenz und durch eine Filterung des Empfangsfrequenzbandes ein Signalfrequenzband herauszufiltern, das die Übertragungssignale enthält. Das Si-
- 30 gnalfrequenzband wird anschließend in einem Demodulator demoduliert, so daß an dem Ausgang des Demodulators ein Basisfrequenzband bereitsteht, das die Übertragungssignale enthält. Das Basisfrequenzband wird beispielsweise weiterverarbeitet, indem die in ihm enthaltenen Informationen mittels
- 35 eines Analog-/Digitalwandlers digitalisiert werden und durch eine anschließende Feinfilterung und/oder weitere Verarbei-

tungsschritte für ihren bestimmungsgemäßen Gebrauch als Übertragungssignale aufbereitet werden.

5 Als Filter zum Herausfiltern eines Signalfrequenzbandes als Subfrequenzband aus dem Empfangsfrequenzband sind Oberflächenwellenfilter (SAW-Filter) bekannt. SAW-Filter haben jedoch den Nachteil, verhältnismäßig kostenaufwendig bei ihrer Herstellung bzw. Anschaffung zu sein.

10 Zum Herausfiltern von Subfrequenzbändern verschiedener Bandbreite in einem Hochfrequenzteil eines Empfängers werden eine Mehrzahl von SAW-Filtern und/oder SAW-Filter mit verschiedenen Filterbandbreiten verwendet. Jeder SAW-Filter bzw. jede Filterbandbreite entspricht einer Bandbreite eines der Subfrequenzbänder,
15 die in dem Empfänger herausgefiltert werden können. Wegen der Mehrzahl von SAW-Filtern bzw. der Mehrzahl von Filterbandbreiten ist ein solcher Empfänger verhältnismäßig teuer. Hinzu kommt, daß zusätzliche, verhältnismäßig kostenaufwendige Schaltelemente, beispielsweise PIN-Dioden zum Umschalten auf einen anderen SAW-Filter bzw. auf eine andere
20 Filterbandbreite beim Wechsel des Subfrequenzbandes benötigt werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und
25 einen Empfänger zum Empfangen von Übertragungssignalen, die in verschiedenen Subfrequenzbändern eines Empfangsfrequenzbandes übertragen werden können, anzugeben, bei dessen Anwendung bzw. Verwendung geringe Hardware-Kosten erforderlich sind.

30 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch einen Empfänger mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst. Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweils abhängigen Ansprüche.

35 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden durch Hinzufügen einer Trägerfrequenz zu einem Empfangsfrequenzband und durch

eine Vorfilterung des Empfangsfrequenzbandes ein erstes Signalfrequenzband herausgefiltert, das die Übertragungssignale enthält. Durch Hinzufügen einer Zwischenfrequenz zu dem ersten Signalfrequenzband und durch eine Demodulierung des ersten Signalfrequenzbandes wird ein Basisfrequenzband erzeugt, dessen Bandbreite vorzugsweise im wesentlichen der Bandbreite des ersten Signalfrequenzbandes entspricht und das die Übertragungssignale enthält. Durch eine Nachfilterung wird dann ein zweites Signalfrequenzband, das die Übertragungssignale enthält, aus dem Basisband herausgefiltert. Die Trägerfrequenz und/oder die Zwischenfrequenz werden derart mit einem oder mehreren Filterparametern bei der Nachfilterung abgestimmt, daß das gewünschte Subfrequenzband als zweites Signalfrequenzband zur Verfügung steht.

Gemäß einem Kerngedanken der Erfindung erfolgt das Herausfiltern des gewünschten Subfrequenzbandes durch eine kombinierte Vor- und Nachfilterung mit abgestimmten Filterfrequenzen bzw. Filterparametern bei der Vorfilterung und Nachfilterung. Ein wesentlicher Vorteil dieses Konzepts ist, daß bei der Vorfilterung ein Filter mit einer festen, unveränderlichen Filterbandbreite verwendet werden kann. Dadurch lassen sich Kosten einsparen, die andererseits bei der Nachfilterung nicht in der gleichen Höhe anfallen, da das Herausfiltern des gewünschten Subfrequenzbandes aus dem Basisband wesentlich kostengünstiger realisiert werden kann.

Der erfindungsgemäße Empfänger weist einen ersten Oszillator zum Einkoppeln einer Trägerfrequenz in einen Empfangspfad des Empfangsfrequenzbandes auf. An dem Empfangspfad ist ein Vorfilter angeordnet, um aus dem auf die Trägerfrequenz abgestimmten Empfangsfrequenzband ein erstes Signalfrequenzband herauszufiltern, das die Übertragungssignale enthält. Weiterhin ist ein zweiter Oszillator zum Einkoppeln einer Zwischenfrequenz in einen ersten Signalfad des ersten Signalfrequenzbandes vorgesehen. An dem ersten Signalfad ist ein Demodulator angeordnet, um das erste Signalfrequenzband mit der

eingekoppelten Zwischenfrequenz zu demodulieren und ein Basisfrequenzband zu erzeugen, dessen Bandbreite im wesentlichen der Bandbreite des ersten Signalfrequenzbandes entspricht und das die Übertragungssignale enthält. Ein Nachfilter ist an einem Basispfad des Basisfrequenzbandes angeordnet, um aus dem Basisfrequenzband ein zweites Signalfrequenzband herauszufiltern, welches die Übertragungssignale enthält. Es ist eine gemeinsame Frequenz- und Nachfiltersteuerung des Nachfilters sowie des ersten Oszillators und/oder des zweiten Oszillators vorgesehen, um die Trägerfrequenz und/oder die Zwischenfrequenz derart mit einem oder mehreren Filterparametern des Nachfilters abzustimmen, daß das gewünschte Subfrequenzband als zweites Signalfrequenzband zur Verfügung steht. Unter einer gemeinsamen Frequenz- und Nachfiltersteuerung ist nicht nur eine zentrale Steuerung zu verstehen, sondern auch eine verteilte Steuerung, wobei z.B. eine Steuereinheit der Nachfilterung Informationen an eine Steuereinheit des ersten und/oder zweiten Oszillators liefert und/oder umgekehrt.

Vorzugsweise weist der Nachfilter einen Tiefpaßfilter oder einen Hochpaßfilter oder eine Hochpaß-/Tiefpaß-Filterkombination auf, dessen Grenzfrequenz bzw. deren Grenzfrequenzen derart mit der Trägerfrequenz und/oder der Zwischenfrequenz abgestimmt wird, daß die Grenzfrequenz bzw. die Grenzfrequenzen das gewünschte Subfrequenzband von allen etwaig noch in dem Basisfrequenzband vorhandenen Nachbarfrequenzbändern trennt. Tiefpaßfilter und/oder Hochpaßfilter zur Filterung des Basisfrequenzbandes sind kostengünstig zu realisieren, beispielsweise mit kaskadierten RC-Gliedern, die Bestandteile einer einzigen integrierten Schaltung sind. Es können jedoch auch andere, an sich bekannte Lösungen gewählt werden, etwa Operationsverstärker, die mit RC-Gliedern rückgekoppelt sind.

Insbesondere wird die Zwischenfrequenz, die den Frequenzwert Null des Basisfrequenzbandes festlegt, derart gewählt, daß

der Frequenzwert Null in der Mitte des gewünschten Subfrequenzband liegt.

Bei der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in
5 vielen Fällen nur ein einziges Subfrequenzband, nämlich das gewünschte Subfrequenzband herausgefiltert. Bei einer Variante wird jedoch eine Mehrzahl von gewünschten Subfrequenzbändern herausgefiltert.

- 10 Insbesondere wird bei der Nachfilterung derart ein Hochpaßfilter oder eine Hochpaß-/Tiefpaß-Filterkombination verwendet, um das einzige gewünschte Subfrequenzband oder eines der gewünschten Subfrequenzbänder herauszufiltern, das nicht symmetrisch zu der Frequenz Null des Basisfrequenzbands liegt.
- 15 Werden dementsprechend bei der Nachfilterung sowohl ein Tiefpaßfilter als auch ein Hochpaßfilter und/oder eine Hochpaß-/Tiefpaß-Filterkombination verwendet, wird sowohl ein gewünschtes Subfrequenzband herausgefiltert, das symmetrisch zu dem Frequenzwert Null liegt, als auch ein oder mehrere Sub-
- 20 frequenzbänder herausgefiltert, die nicht symmetrisch zu dem Frequenzwert Null des Basisfrequenzbands liegen.

Wird das gewünschte Subfrequenzband oder eines der gewünschten Subfrequenzbänder durch eine Hochpaßfilterung des Basisfrequenzbands oder eine Kombination aus Hochpaß- und Tiefpaßfilterung des Basisfrequenzbands herausgefiltert, wobei das
25 gewünschte Subfrequenzband entweder im positiven oder im negativen Frequenzbereich des Basisfrequenzbands liegt, wird nach dem Herausfiltern vorzugsweise das herausgefilterte Sub-

30 frequenzband digitalisiert und durch die digitale Konvertierung in einen Frequenzbereich versetzt, der den Frequenzwert Null enthält. Insbesondere liegt das so gewonnene, gewünschte Subfrequenzband dann symmetrisch zu dem Frequenzwert Null.

35

Bei einer bevorzugten Weiterbildung wird die Trägerfrequenz für die Vorfilterung derart eingestellt, daß ein oder mehrere

Nachbarfrequenzbänder des gewünschten Subfrequenzbandes bereits bei der Vorfilterung abgetrennt werden. Insbesondere wirkt die Kombination der bei der Vorfilterung verwendeten, fest eingestellten Filterfrequenzbandbreite mit der beliebig
5 einstellbaren Trägerfrequenz, die in den Empfangspfad eingekoppelt wird, wie ein frei einstellbarer Bandpassfilter. Auf diese Weise können bereits durch die Vorfilterung entweder alle Nachbarfrequenzbänder oberhalb oder alle Nachbarfrequenzbänder unterhalb des gewünschten Subfrequenzbandes abgetrennt werden. Von Vorteil ist dies insbesondere dann, wenn
10 Nachbarfrequenzbänder mit einer größeren Empfangsfeldstärke als das gewünschte Subfrequenzband empfangen werden. Das Einstellen der Grenzen des Vorfilterfrequenzbereiches, d. h. das Einstellen der Bandpass-Abschnittsfrequenzen wird aber vorzugsweise auch mit der Wahl der Zwischenfrequenz und der Wahl
15 des oder der Filterparameter des Nachfilters abgestimmt.

Es ist an sich bekannt, auf dem Signalweg zwischen dem Vorfilter und dem Demodulator eine Verstärkeranordnung vorzusehen, die den Pegel des bei der Vorfilterung herausgefilterten Frequenzbandes optimal auf den Demodulator abstimmt. Sind
20 nun in dem ersten Signalfrequenzband eine Mehrzahl von Subfrequenzbändern vorhanden, von denen eines das gewünschte Subfrequenzband ist, und hat das gewünschte Subfrequenzband eine geringere Feldstärke bzw. einen geringeren Pegel als ei-
25 nes oder mehrere der Nachbarfrequenzbänder, ist es vorteilhaft, wenn nach zumindest teilweiser Durchführung der Nachfilterung das zweite Signalfrequenzband verstärkt wird. Auf diese Weise wird der aufgrund der Anpassung an den Demodulator geringe Pegel des gewünschten Subfrequenzbandes angehoben
30 und zwar vorzugsweise auf einen Pegelwert, der etwaig nachfolgenden Verarbeitungsstufen angepaßt ist. Vorrichtungsseitig ist daher bei einer Weiterbildung an einem zweiten Signalfrequenzbandes in Signallauf-
35 richtung hinter dem Nachfilter bzw. hinter dem ersten Teil des Nachfilters ein zweiter Signalbandverstärker zum Verstärken des zweiten Signalfrequenzbandes angeordnet.

Bei einer Weiterbildung weist der zweite Signalpfad einen Bypass zur verstärkungsfreien Weiterleitung des zweiten Signalfrequenzbandes auf, der parallel zu dem zweiten Signalbandverstärker geschaltet ist.

Der zweite Signalbandverstärker ist insbesondere aus einer Mehrzahl von Einzelverstärkern zusammengesetzt, beispielsweise aus zwei Einzelverstärkern mit rauscharmer Eingangsstärkerstufe.

Besonders bevorzugt wird eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Empfängers, bei der der gegebenenfalls vorhandene zweite Signalbandverstärker und zumindest ein Teil des Nachfilters, in einer gemeinsamen integrierten Schaltung angeordnet sind.

Weiterhin besonders bevorzugt wird, daß der Demodulator und zumindest ein Teil des Nachfilters in einer gemeinsamen integrierten Schaltung angeordnet sind. Durch den entsprechend hohen Grad an Integration werden Herstellungskosten und Raum gespart.

Bei einer anderen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird die in dem ersten Signalfrequenzband enthaltene Information digitalisiert. Insbesondere wird dann die Demodulation und die Nachfilterung als Feinfilterung an den digitalisierten Informationen vorgenommen. Dabei wird die Nachfilterung mit der Trägerfrequenz und/oder der Zwischenfrequenz abgestimmt. Vorrichtungsseitig ist also ein Digitalfilter vorgesehen, um aus der digitalisierten Information die Übertragungssignale herauszufiltern. Der Digitalfilter ist von der gemeinsamen Frequenz- und Nachfiltersteuerung des Vorfilters und Nachfilters ansteuerbar.

Vorrichtungsseitig ist dann der Analog-/Digitalwandler in Signallaufichtung hinter dem Vorfilter und vor dem digitalen Demodulator angeordnet.

- 5 Ein digitaler Demodulator, insbesondere ein digitaler I/Q-Demodulator, führt eine digitale Herabsetzung des ersten Signalfrequenzbandes, ~~beispielsweise aus Frequenzbereichen um~~ 10 MHz, ins Basisfrequenzband durch.
- 10 Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht auf Empfangsfrequenzbänder beschränkt, deren Subfrequenzbänder in nicht überlappenden Frequenzbereichen liegen. Vielmehr ist das Verfahren auch bei einander überlappenden Subfrequenzbändern anwendbar. Beispielsweise überlappen sich Subfrequenzbänder
- 15 nach dem OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)-Modulationsverfahren. Jedoch ist die Feldstärke der nächstbenachbarten Subfrequenzbänder eines bestimmten Subfrequenzbands bei dem Frequenzwert etwa Null, bei dem das bestimmte Subfrequenzband seine maximale Feldstärke hat. In diesem Sinne
- 20 sind die einzelnen Subfrequenzbänder orthogonale Subfrequenzbänder. Bei einer Abtastung der Empfangsfrequenzbands kann dann beispielsweise das bestimmte Subfrequenzband im Bereich seines Maximums abgetastet werden, so daß allenfalls geringe Signalanteile und im Idealfall keine Signalanteile
- 25 von benachbarten Subfrequenzbändern mit erfaßt werden. Da bei einander überlappenden Subfrequenzbändern keine scharfen Frequenzgrenzen der einzelnen Subfrequenzbänder vorhanden sind, treten beim Filtern des Empfangsfrequenzbands und der weiteren aus dem Empfangsfrequenzband herausgefilterten Frequenz-
- 30 bänder an die Stelle der Grenzfrequenzen der Subfrequenzbänder sinnvolle Trennfrequenzen, an denen die Trennung zwischen einem herausgefilterten Frequenzbereich und abgeschnittenen Frequenzbereichen stattfindet. Die Trennfrequenzen sind so zu wählen, daß die herausgefilterten Frequenzbereiche die ge-
- 35 wünschten Subfrequenzbänder bzw. das gewünschte Subfrequenzband in auswertbarer Form enthalten, d.h. die enthaltenen Informationen auswertbar sind und die Signalanteile der abge-

schnittenen Frequenzbereiche die Auswertung nicht behindern und/oder unmöglich machen.

Die vorliegende Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Sie ist jedoch nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt. In der folgenden Beschreibung wird auf die beigefügte Zeichnung Bezug genommen. Die einzelnen Figuren der Zeichnung zeigen:

- 10 Fig. 1 eine besonders bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Empfängers und
- Fig. 2 die Empfangsfeldstärken benachbarter Subfrequenzbänder eines Empfangsfrequenzbandes.
- 15 Fig. 3 das Empfangsfrequenzband von Fig. 2 nach dem Hinzufügen bzw. Einkoppeln einer Trägerfrequenz,
- Fig. 4 das aus dem Empfangsfrequenzband von Fig. 3 herausgefilterte erste Signalfrequenzband,
- 20 Fig. 5 das aus dem ersten Signalfrequenzband von Fig. 4 erzeugte Basisfrequenzband und
- 25 Fig. 6 das aus dem Basisfrequenzband von Fig. 5 herausgefilterte, gewünschte Subfrequenzband.

Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Empfänger zum Empfang von Funksignalen, die in einem zukünftigen Funksystem, dem UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) übertragen werden. Für bestimmte Betriebsarten, beispielsweise den unkoordinierten Betrieb einer Vielzahl von Mobiltelefonen, stehen Frequenzbänder begrenzter Bandbreite zur Verfügung. In dem gezeigten Beispiel hat das Empfangsfrequenzband eine Frequenzbandbreite von 4,096 MHz. Die Trägerfrequenzen zur Funkübertragung der Übertragungssignale liegen im Bereich von 2 GHz.

Der in Fig. 1 dargestellte Empfänger weist in Signallauf-
richtung zunächst eingangsseitig einen Eingangsverstärker 1 und
einen Eingangsfilter 2 auf, wie aus dem Stand der Technik be-
5 kannt ist. Der Eingangsfilter 2 dient dem groben Herausfil-
tern des bei dem UMTS genutzten Frequenzbereiches. In Signal-
laufrichtung schließt sich an den Eingangsfilter 2 eine Trä-
gerfrequenzeinkopplung 3 an, an der die jeweilige von einem
Trägerfrequenzoszillator 15 erzeugte Trägerfrequenz in den
10 Signallaufweg eingekoppelt wird.

In Signallaufrichtung folgen hinter der Trägerfrequenzein-
kopplung 3 zunächst ein SAW-Filter (Oberflächenwellenfilter)
4, zwei hintereinandergeschaltete LNA (Verstärker mit rausch-
15 armer Eingangsverstärkerstufe) 5, 6 und ein I/Q-Demodulator
(in Phase/Quadratur-Demodulator) 7. Dem I/Q-Demodulator 7
wird von einem Zwischenfrequenz-Oszillator 16 eine Zwischen-
frequenz zur Verfügung gestellt, die den Frequenzwert Null
des Basisfrequenzbands festlegt, das von dem I/Q-Demodulator
20 7 durch Demodulation eines an ihm eingangsseitig anliegenden
Frequenzbandes erzeugt wird.

Ausgangsseitig des I/Q-Demodulators 7 schließt sich ein Ab-
schnitt des Signallaufweges an, an dem zunächst ein variabler
25 Tiefpaßfilter 8 angeordnet ist. Es folgt eine Reihenschaltung
von zwei weiteren LNA 9, 10, wobei parallel zu den LNA 9, 10
ein Bypass 14 geschaltet ist, der es erlaubt, Ausgangssignale
des Tiefpaßfilters 8 unverstärkt an den in Signallaufrichtung
folgenden A/D-Wandler (Analog-/Digital-Wandler) 11 weiterzu-
30 leiten. Auf den A/D-Wandler 11 folgen ein Digitalfilter 12
und anschließend ein Rake-Kombinierer 13 zum Kombinieren ein-
zelner Komponenten des Empfangssignals, die beispielsweise
aufgrund von Mehrwegeausbreitung zeitlich versetzt von dem
Empfänger empfangen wurden.

35

Die LNA 5, 6 und die LNA 9, 10 werden von einer automatischen
Verstärkersteuerung 20 angesteuert. Die Verstärkersteuerung

20 steuert zunächst die LNA 5, 6 derart an, daß der Ausgangspegel des LNA 6 optimal auf den I/Q-Demodulator 7 abgestimmt ist. Damit wird einerseits ein ausreichend großer Ausgangspegel an der Ausgangsseite des I/Q-Demodulators 7 erreicht und andererseits ein Übersteuern des I/Q-Demodulators 7 vermieden. Weiterhin werden die LNA 9, 10 derart von der automatischen Verstärkersteuerung 20 angesteuert, daß an dem A/D-Wandler 11 der optimale Eingangspegel anliegt. Ist der Ausgangspegel des Tiefpaßfilters 8 ausreichend groß, wird das Signal ohne Verstärkung über den Bypass 14 direkt an den A/D-Wandler 11 weitergeleitet. Hierfür sind nicht näher dargestellte Schmittmittel vorgesehen, die ebenfalls von der automatischen Verstärkersteuerung 20 angesteuert werden.

15 Eine kombinierte Frequenz- und Nachfiltersteuerung steuert den Trägerfrequenzoszillator 15, den Zwischenfrequenzoszillator 16, den Tiefpaßfilter 8 und den Digitalfilter 12 an, und zwar derart, daß am Ausgang des Digitalfilters 12 Übertragungssignale eines gewünschten Subfrequenzbandes anliegen. 20 Dazu wird von einer nicht dargestellten Einrichtung der Frequenz- und Nachfiltersteuerung 18 sowohl die Frequenzlage als auch die Bandbreite des gewünschten Subfrequenzbandes zur Verfügung gestellt. Auf die von der Frequenz- und Nachfiltersteuerung 18 gesteuerte Signalverarbeitung wird noch anhand eines Ausführungsbeispiels näher eingegangen. 25

Der Tiefpaßfilter 8 besteht aus kaskadierten RC-Gliedern, die in einer gemeinsamen integrierten Schaltung mit dem I/Q-Demodulator 7, den LNA 9, 10 und dem Bypass 14 auf einem Chip angeordnet sind. Die gesamte integrierte Schaltung kann somit bei geringen Mehrkosten für die RC-Glieder kostengünstig in großen Stückzahlen hergestellt werden. Die gesamte Filterkombination, bestehend aus dem SAW-Filter 4, dem Tiefpaßfilter 8 und dem Digitalfilter 12, kann somit kostengünstiger als beim Stand der Technik hergestellt werden. 30 35

Mit dem in Fig. 1 dargestellten Empfänger lassen sich Subfrequenzbänder mit Kanalbandbreiten von 0,256 MHz, 0,512 MHz, 1,024 MHz, 2,048 MHz und 4,096 MHz herausfiltern, wobei ein Subfrequenzband mit einer Bandbreite von 4,096 MHz dem gesamten Empfangsfrequenzband entspricht. Da die Bandbreite aller möglichen Subfrequenzbänder durch Teilung mittels einer ganzen Zahl aus der Empfangsfrequenzbandbreite erzielbar sind, kann der Hardware-Aufwand im digitalen Bereich des Empfängers gering gehalten werden. Insbesondere kann die Anpassung der Arbeitsweise des digitalen Bereichs an eine geringere Subfrequenzbandbreite einfach durch Reduktion der Taktrate auf den entsprechenden Bruchteil bewirkt werden.

Unter Bezugnahme auf Fig. 2 bis Fig. 6 wird nun beispielhaft das Herausfiltern eines Subfrequenzbandes in dem in Fig. 1 gezeigten Empfänger erläutert. In Fig. 2 sind ein Empfangsfrequenzband der Frequenzbandbreite W_R mit insgesamt vier Subfrequenzbändern jeweils der Frequenzbandbreite W_{Sub} dargestellt, sowie weitere Frequenzbänder, in denen keine Übertragung von Übertragungssignalen zu erwarten ist, selbst wenn ein Wechsel des Funkkanals stattfindet. Die Subfrequenzbänder sind mit den Buchstaben a bis d bezeichnet. In dem Ausführungsbeispiel soll das Subfrequenzband c herausgefiltert werden. Das Subfrequenzband c entspricht einem Übertragungskanal, über den beispielsweise Sprechdaten von einer Basisstation zu einem Mobiltelefon übertragen werden. Das Diagramm gemäß Fig. 2 stellt eine Momentaufnahme dar. Durch Veränderung der Betriebssituation in dem gesamten Übertragungssystem oder in Teilbereichen des Übertragungssystems, im Beispiel des UMTS, kann sich die Frequenzlage und die Frequenzbandbreite W_{Sub} des gewünschten Subfrequenzbandes ändern. Insbesondere können zu einem anderen Zeitpunkt auch Subfrequenzbänder unterschiedlicher Frequenzbandbreite W_{Sub} in den Grenzen der Subfrequenzbänder a bis d in dem Empfangsfrequenzband vorliegen.

Der Einfachheit halber wird im folgenden davon ausgegangen, daß die Frequenzbandbreite W_R des Empfangsfrequenzbandes 4 MHz beträgt, daß die Frequenzbandbreiten W_{Sub} der einzelnen Subfrequenzbänder jeweils 1 MHz betragen und daß das Empfangsfrequenzband mittels einer Trägerfrequenz von 1,900 GHz zu dem Empfänger übertragen wird. Das Empfangsfrequenzband ~~erstreckt sich bei der Übertragung zu dem Empfänger in dem~~ Frequenzbereich von 2,000 GHz bis 2,004 GHz. Das gewünschte Subfrequenzband liegt in dem Frequenzbereich 2,002 GHz bis 2,003 GHz.

Die Feldstärken der einzelnen Subfrequenzbänder a bis d sind in Fig. 2 dargestellt. Das Diagramm zeigt die verarbeitungstechnisch ungünstige Situation, daß die Feldstärke des gewünschten Subfrequenzbandes c geringer ist als die Feldstärken der beiden nächstbenachbarten Subfrequenzbänder b, d. Bei der Verarbeitung des Empfangssignals wird nun die Trägerfrequenz an der Trägerfrequenzeinkopplung 3 in den Signallaufweg eingekoppelt. Normalerweise wird versucht, exakt die Trägerfrequenz einzukoppeln, die dem Empfänger als die Trägerfrequenz bekannt ist, welche beim Senden des Empfangssignals verwendet wurde. Im vorliegenden Fall wird jedoch eine gegenüber der Sende-Trägerfrequenz von 1,900 GHz verstimmte Empfangs-Trägerfrequenz eingekoppelt. Hierzu steuert die Frequenz- und Nachfilterstreuerung 18 den Trägerfrequenzoszillator 15 derart an, daß dieser eine Empfangs-Trägerfrequenz von 1,902 GHz erzeugt. Diese Empfangs-Trägerfrequenz wird an der Trägerfrequenzeinkopplung 3 eingekoppelt.

Durch das Einkoppeln der Empfangs-Trägerfrequenz und Subtraktion wird ein in seiner Frequenz herabgesetztes Empfangsfrequenzband gebildet, in dem sich das gewünschte Subfrequenzband c im Frequenzbereich von 100 MHz bis 101 MHz befindet.

Der SAW-Filter 4 ist unveränderbar auf eine Frequenzbandbreite eingestellt, die der Frequenzbandbreite des Empfangsfrequenzbandes entspricht. Im Beispiel ist dies eine Fre-

quenzbandbreite von 4 MHz. Der SAW-Filter 4 bewirkt ein Herausfiltern eines Frequenzbandes aus dem eingangsseitig an ihm anliegenden Frequenzband, dessen unterer Randwert gleich 100 MHz ist. Im vorliegenden Beispiel filtert der SAW-Filter 4
5 also ein erstes Signalfrequenzband heraus, welches im Frequenzbereich zwischen 100 MHz und 104 MHz liegt. Somit sind ~~die Subfrequenzbänder a, b bereits in dem ersten Signalfre-~~
~~quenzband nicht mehr vorhanden (Fig. 4).~~ Die Figur zeigt auch die Hüllkurve des SAW-Filters 4.

10

Die Empfangs-Trägerfrequenz wurde so gewählt, daß das unmittelbar benachbarte Subfrequenzband b mit der größeren Feldstärke von dem gewünschten Subfrequenzband c abgetrennt wurde. Wäre die Feldstärke des Subfrequenzbandes d größer als
15 die Feldstärke des Subfrequenzbandes b gewesen, wäre die Empfangs-Trägerfrequenz auf den Wert 1,899 GHz eingestellt worden, so daß das Subfrequenzband d abgetrennt worden wäre.

20

Durch die automatische Verstärkersteuerung wird das erste Signalfrequenzband derart verstärkt, daß am Eingang des I/Q-Demodulators die Feldstärke des Subfrequenzbandes d dem optimalen Pegel des I/Q-Demodulators 7 entspricht. Zur Demodulation des Empfangssignals bzw. des ersten Signalfrequenzbandes steuert die Frequenz- und Nachfiltersteuerung 18 den Zwischenfrequenzoszillator 16 derart an, daß eine Zwischenfrequenz von 100,5 MHz dem I/Q-Demodulator 7 zur Verfügung gestellt wird. Generell ist die Zwischenfrequenz bei dem Ausführungsbeispiel so zu wählen, daß Frequenzwert in der Mitte des gewünschten Subfrequenzbandes gleich der Zwischenfrequenz
25 ist. Bei der Demodulation wird nämlich ein Basisfrequenzband erzeugt, das sich um den Frequenzwert Null herum erstreckt und dessen Frequenzbandbreite aufgrund der Vorfilterung gleich der Frequenzbandbreite des ersten Signalfrequenzbandes ist.

30

35 Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird ein Basisfrequenzband erzeugt, in dem noch vorhandene Subfrequenzbänder und

benachbarte Frequenzbereiche mit Pegelwerten größer als Null im Frequenzbereich zwischen -0,5 MHz und +3,5 MHz liegen (siehe Fig. 5). Die Randlage des gewünschten Subfrequenzbandes wird dann bei dem nächsten Verarbeitungsschritt ausgenutzt. Dabei wird in dem Tiefpaßfilter 8 ein Frequenzbereich aus dem Basisfrequenzband herausgefiltert, dessen Betrag unterhalb der eingestellten Grenzfrequenz des Tiefpaßfilters 8 liegt. Im vorliegenden Fall wird die Grenzfrequenz des Tiefpaßfilters 8 auf einen Wert von 0,5 MHz eingestellt, indem die Frequenz- und Nachfiltersteuerung 18 den Tiefpaßfilter 8 entsprechend ansteuert. Im Ergebnis liegt an der Ausgangsseite als Rest des Basisfrequenzbandes nur noch das gewünschte Subfrequenzband c an (Fig. 6). Anschließend wird das Ausgangssignal den LNA 9, 10 zugeführt und sein Pegel auf den optimalen Wert für den A/D-Wandler 11 verstärkt.

Die aus dem gewünschten Subfrequenzband c erhaltene, digitalisierte Information wird in dem Digitalfilter 12 einer Feinfilterung unterzogen, wobei entsprechend der Bandbreite des Subfrequenzbandes c Korrekturen an der digitalisierten Information vorgenommen werden, um das gewünschte digitale Übertragungssignal zu erhalten. Hierzu steuert die gemeinsame Frequenz- und Nachfiltersteuerung 18 den Digitalfilter 12 entsprechend an. Die digitalisierten Übertragungssignale werden dem Rake-Kombinierer 13 zugeführt.

Bei einer Weiterbildung des in dem Ausführungsbeispiel beschriebenen Empfängers wird bei der Nachfilterung außer einem Tiefpaßfilter auch ein Bandpaß- oder ein Hochpaßfilter verwendet, um die dem gewünschten Subfrequenzband nächstbenachbarten Subfrequenzbänder herauszufiltern bzw. das nächstbenachbarte Subfrequenzband herauszufiltern. Aus den Signalen bzw. Feldstärken dieser nächstbenachbarten Subfrequenzbänder bzw. des nächstbenachbarten Subfrequenzbandes kann eine Gesamtleistung ermittelt werden. Die ermittelte Gesamtleistung ermöglicht es, die Lage des durch den SAW-Filter 4 realisier-

ten Vorfilters für den Empfang des gewünschten Subfrequenzbandes zu optimieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Empfangen von Übertragungssignalen, die in verschiedenen Subfrequenzbändern (a, b, c, d) eines Empfangs-

5 frequenzbandes übertragen werden können, wobei

- durch ein Hinzufügen einer Trägerfrequenz zu dem Empfangs-

frequenzband und durch eine Vorfilterung des Empfangsfre-

quenzbandes ein erstes Signalfrequenzband herausgefiltert

wird, das die Übertragungssignale enthält,

10 - durch ein Hinzufügen einer Zwischenfrequenz zu dem ersten

Signalfrequenzband und durch eine Demodulierung des ersten

Signalfrequenzbandes ein Basisfrequenzband erzeugt wird,

das die Übertragungssignale enthält und

- zumindest ein zweites Signalfrequenzband, das die Übertra-

15 gungssignale enthält, durch eine Nachfilterung aus dem Ba-

sisfrequenzband herausgefiltert wird,

wobei die Trägerfrequenz und/oder die Zwischenfrequenz derart

mit einem oder mehreren Filterparametern bei der Nachfilte-

rung abgestimmt werden, daß das gewünschte Subfrequenzband

20 als zweites Frequenzband zur Verfügung steht.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

wobei bei der Nachfilterung ein Tiefpaßfilter (8) oder ein

Hochpaßfilter oder eine Hochpaß-/Tiefpaß-Filterkombination

25 verwendet wird, dessen Grenzfrequenz bzw. deren Grenzfre-

quenzen derart mit der Trägerfrequenz und/oder der Zwischen-

frequenz abgestimmt wird, daß die Grenzfrequenz bzw. die

Grenzfrequenzen das gewünschte Subfrequenzband von allen et-

waig noch in dem Basisfrequenzband vorhandenen Nachbarfre-

30 quenzbändern trennt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

wobei nach zumindest teilweiser Durchführung der Nachfilte-

rung das zweite Signalfrequenzband verstärkt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei die Trägerfrequenz für die Vorfilterung derart einge-
stellt wird, daß ein oder mehrere Nachbarfrequenzbänder des
gewünschten Subfrequenzbandes bereits bei der Vorfilterung
5 abgetrennt werden.

~~5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,~~
wobei die in dem zweiten Signalfrequenzband enthaltene Infor-
mation digitalisiert wird, wobei ein Teil der Nachfilterung
10 als Feinfilterung an den digitalisierten Informationen vorge-
nommen wird, um die Übertragungssignale in digitaler Form zu
erhalten, und wobei auch der digitale Teil der Nachfilterung
mit der Trägerfrequenz und/oder der Zwischenfrequenz abge-
stimmt wird.

15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
wobei das in analoger Form vorliegende erste Signalfrequenz-
band zunächst digitalisiert wird und durch eine digitale De-
modulation das Basisfrequenzband erzeugt wird.

20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
wobei nach der Erzeugung des Basisfrequenzbands eine Hochpaß-
filterung oder eine Kombination aus Hochpaß- und Tiefpaßfil-
terung ausgeführt wird, um zumindest ein Subfrequenzband her-
25 auszufiltern, das entweder im positiven oder im negativen
Frequenzbereich des Basisfrequenzbands liegt, und wobei das
herausgefilterte Subfrequenzband digitalisiert wird und durch
digitale Konvertierung in einen Frequenzbereich versetzt
wird, der den Frequenzwert Null enthält.

30 8. Empfänger zum Empfangen von Übertragungssignalen, die in
verschiedenen Subfrequenzbändern (a, b, c, d) eines Empfangs-
frequenzbandes zu dem Empfänger übertragen werden können, mit
- einem ersten Oszillator (15) zum Einkoppeln einer Träger-
35 frequenz in einen Empfangspfad des Empfangsfrequenzbandes,

- einem Vorfilter (4), das an dem Empfangspfad angeordnet ist, um aus dem Empfangsfrequenzband mit der eingekoppelten Trägerfrequenz ein erstes Signalfrequenzband herauszufiltern, das die Übertragungssignale enthält,
 - 5 - einem zweiten Oszillator (16) zum Einkoppeln einer Zwischenfrequenz in einen ersten Signalpfad des ersten Signalfrequenzbandes,
-

- einem Demodulator (7), der an dem ersten Signalpfad angeordnet ist, um das Signalfrequenzband mit der eingekoppelten Zwischenfrequenz zu demodulieren und ein Basisfrequenzband zu erzeugen, das die Übertragungssignale enthält, und
- 10 - einem Nachfilter (8), der an einem Basispfad des Basisfrequenzbandes angeordnet ist, um aus dem Basisfrequenzband ein zweites Signalfrequenzband herauszufiltern, welches die
- 15 Übertragungssignale enthält,

wobei eine gemeinsame Frequenz- und Nachfiltersteuerung (18) des Nachfilters (8) sowie des ersten Oszillators (15) und/oder des zweiten Oszillators (16) vorgesehen ist, um die

20 Trägerfrequenz und/oder die Zwischenfrequenz derart mit einem oder mehreren Filterparametern des Nachfilters (8) abzustimmen, daß das gewünschte Subfrequenzband als zweites Signalfrequenzband zur Verfügung steht.

- 25 9. Empfänger nach Anspruch 8,
- wobei der Nachfilter (8) einen Tiefpaßfilter oder einen Hochpaßfilter oder eine Hochpaß-/Tiefpaß-Filterkombination aufweist, dessen Grenzfrequenz bzw. deren Grenzfrequenz derart mit der Trägerfrequenz und/oder der Zwischenfrequenz abstim-
- 30 mbar ist, daß die Grenzfrequenz bzw. die Grenzfrequenzen das gewünschte Subfrequenzband von allen etwaig noch im Basisfrequenzband vorhandenen Nachbarfrequenzbändern trennt.

10. Empfänger nach Anspruch 8 oder 9,
wobei an einem zweiten Signalpfad des zweiten Signalfrequenz-
bandes in Signallaufichtung hinter dem Nachfilter bzw. hin-
ter dem ersten Teil (8) des Nachfilters ein zweiter Signal-
5 bandverstärker (9, 10) zum Verstärken des zweiten Signalfre-
quenzbandes angeordnet ist.

11. Empfänger nach Anspruch 10,
wobei der zweite Signalbandverstärker (9, 10) und zumindest
10 ein Teil (8) des Nachfilters in einer gemeinsamen integrier-
ten Schaltung angeordnet sind.

12. Empfänger nach Anspruch 10 oder 11,
wobei der zweite Signalpfad einen Bypass (14) zur verstär-
15 kungsfreien Weiterleitung des zweiten Signalfrequenzbandes
aufweist, der parallel zu dem zweiten Signalbandverstärker
(9, 10) geschaltet ist.

13. Empfänger nach einem der Ansprüche 8 bis 12,
20 wobei der Demodulator (7) und zumindest ein Teil (8) des
Nachfilters in einer gemeinsamen integrierten Schaltung ange-
ordnet sind.

14. Empfänger nach einem der Ansprüche 8 bis 13,
25 wobei ein Analog-/Digital-Wandler (11) an dem zweiten Signal-
pfad vorgesehen ist, um die in dem zweiten Signalfrequenzband
vorhandene Information zu digitalisieren, wobei in Signal-
laufrichtung hinter dem Analog/Digital-Wandler (11) ein Digi-
talfilter (12) vorgesehen ist, um aus der digitalisierten In-
30 formation die Übertragungssignale herauszufiltern, und wobei
auch der Digitalfilter (12) von der gemeinsamen Frequenz- und
Nachfiltersteuerung ansteuerbar ist.

15. Empfänger nach einem der Ansprüche 8 bis 13,
wobei in Signallaufichtung hinter dem Vorfilter und vor dem
Demodulator ein Analog/Digital-Wandler angeordnet ist und wo-
bei der Demodulator und der Nachfilter für die digitale Si-
5 gnalbearbeitung ausgebildet sind.

Zusammenfassung

Empfangsfrequenzbandfilterung

- 5 Die Erfindung betrifft das Herausfiltern eines Subfrequenzbandes aus einem Empfangsfrequenzband, wobei eine Trägerfrequenz zur Vorfilterung des Empfangsfrequenzbandes und eine Zwischenfrequenz zur Demodulierung des bei der Vorfilterung herausgefilterten Frequenzbandes und zur Erzeugung eines Basisfrequenzbandes in den Signallaufweg eingekoppelt werden, wobei aus dem Basisfrequenzband durch eine Nachfilterung das gewünschte Subfrequenzband herausgefiltert wird und wobei die Trägerfrequenz, die Zwischenfrequenz und die Nachfilterung aufeinander abgestimmt werden.

15

Figur 1

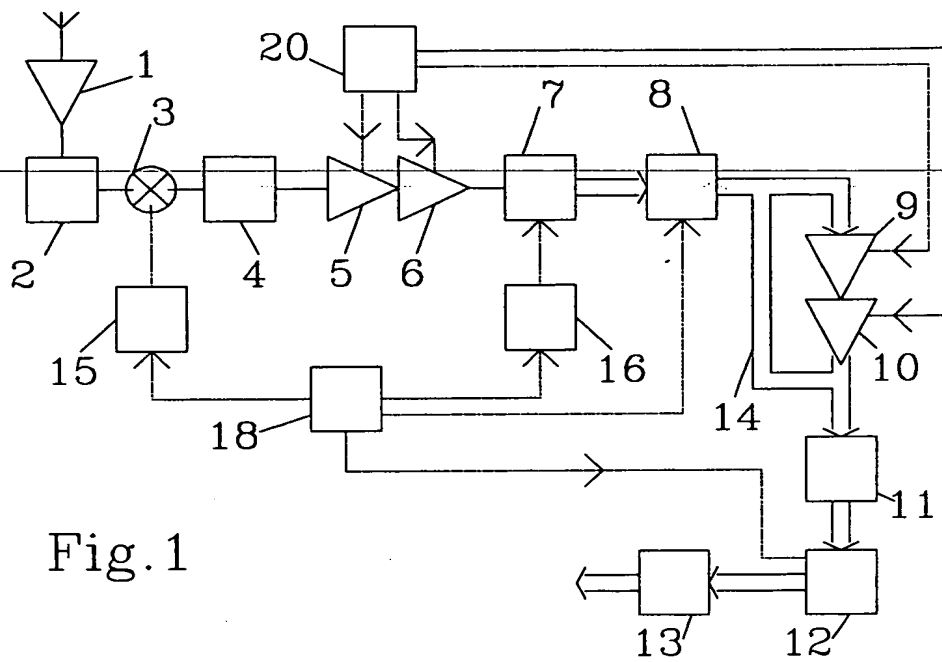


Fig.1

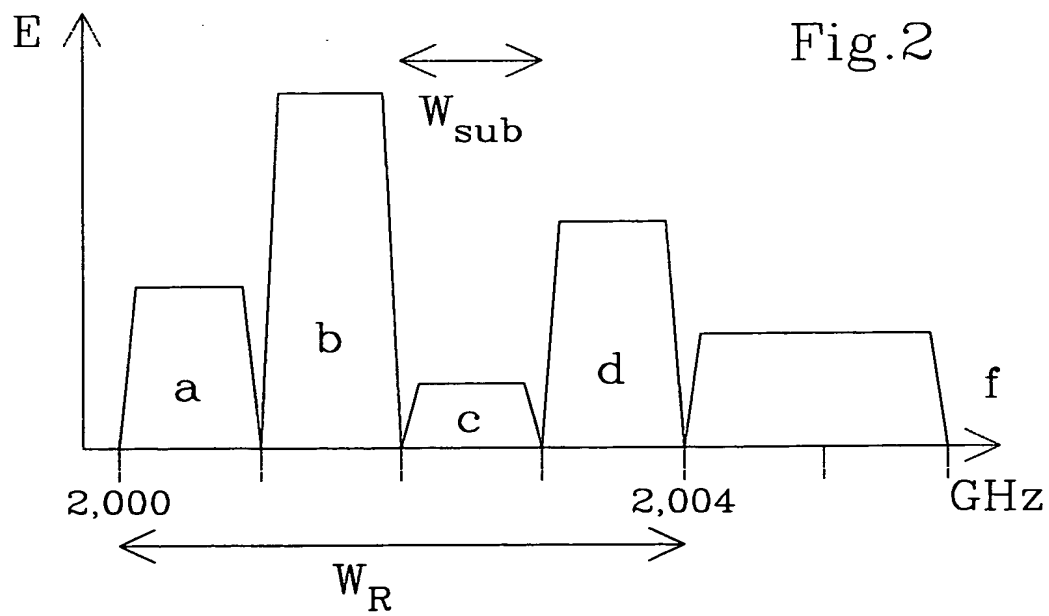


Fig.2

Fig.3

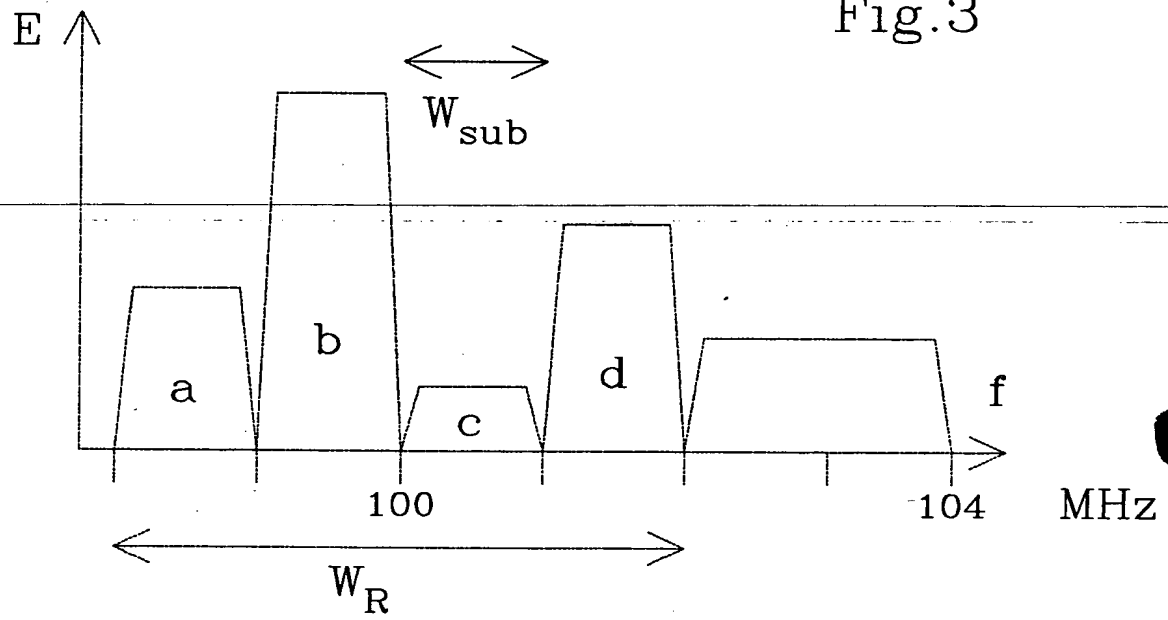


Fig.4

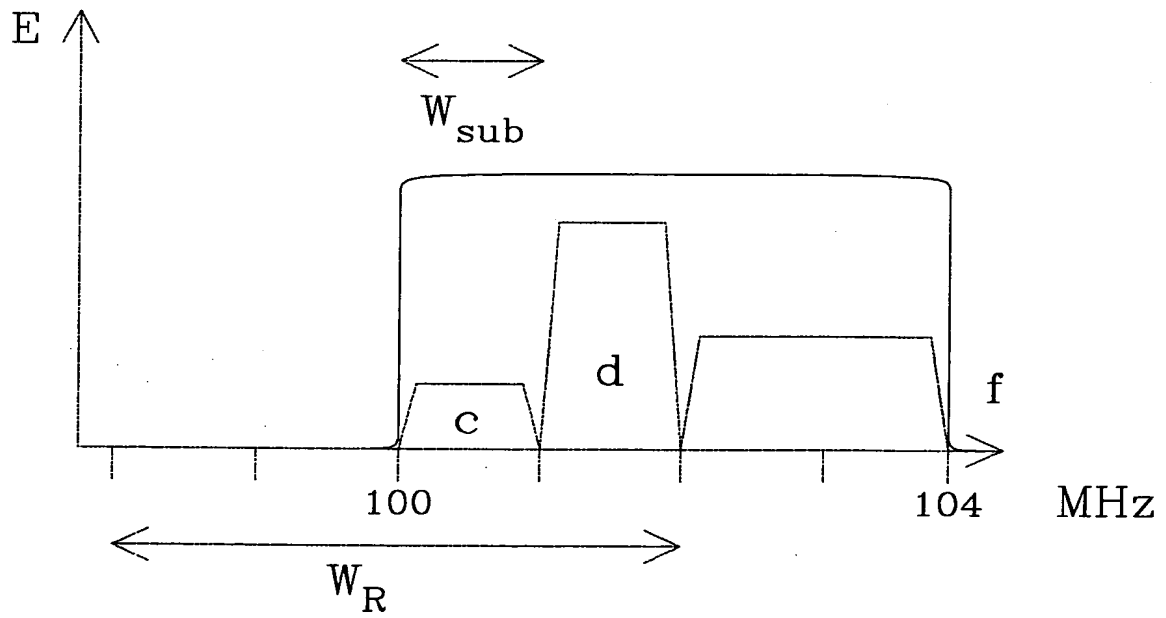


Fig.5

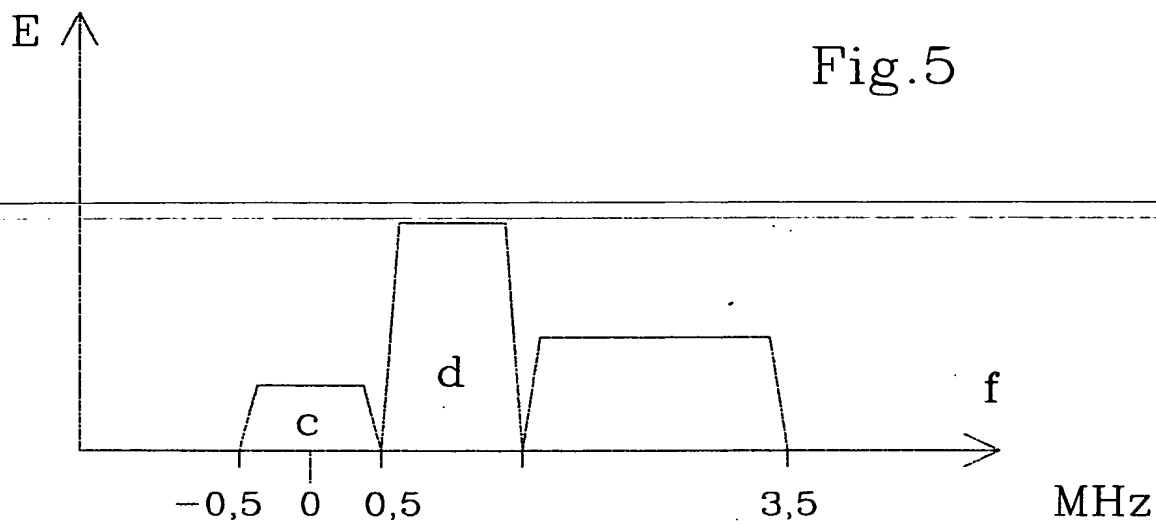
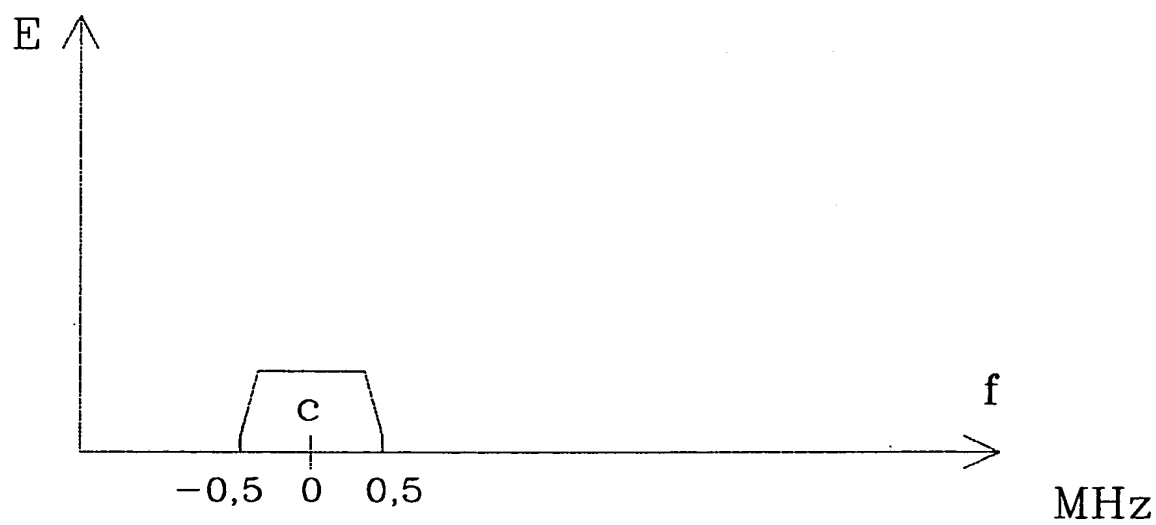


Fig.6



THIS PAGE BLANK (USPTO)